

⑯ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES

PATENT- UND
MARKENAMT

⑯ ⑫ Offenlegungsschrift
⑯ DE 199 04 090 A 1

⑯ Int. Cl. 7:
G 06 F 19/00
G 06 F 13/12
G 06 F 11/00
A 61 B 19/00
// G06F 159/00

⑯ ⑯ Anmelder:
Richard Wolf GmbH, 75438 Knittlingen, DE
⑯ ⑯ Vertreter:
H. Wilcken und Kollegen, 23552 Lübeck

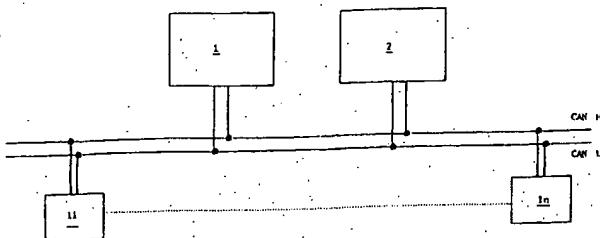
⑯ ⑯ Erfinder:
Klein, Wolfgang, 76287 Rheinstetten, DE; Burger, Martin, 75038 Oberderdingen, DE; Belikan, Thomas, 75438 Knittlingen, DE
⑯ ⑯ Entgegenhaltungen:
DE 197 22 221 A1
DE 69 315 96 1T2
US 58 12 397

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑯ ⑯ Verfahren und Vorrichtung zur automatischen Steuerung und Verwaltung medizinischer Geräte und Anlagen

⑯ ⑯ Zur automatischen Steuerung und Verwaltung von mehreren programmgesteuerten medizinischen Geräten bzw. Anlagen, insbesondere von endoskopischen Geräten, die innerhalb eines Operationssaals oder in mehreren zu einem Klinikbereich gehörenden Operationssälen einer Operation oder mehreren Operationen zugeordnet sind, werden die Geräte bzw. Anlagen (1, 2, 11, ...1n) untereinander durch ein CAN-Bus verbunden und das standardisierte Schicht-Sieben-Protokoll CANopen für die Kommunikation der am Bus angeschlossenen Geräte untereinander wird so modifiziert, daß eine dynamische Verbindungzuordnung der Geräte untereinander ermöglicht wird, so daß sich mit ein und demselben CAN-Bus logisch z. B. eine doppelte Ringstruktur, eine Ring-Kern-Struktur und eine Ring-Ring-Struktur bilden läßt. Dieses aufgebrochene CANopen-Protokoll erlaubt außer der Kommunikation eines als Slave zugeordneten Geräts (11...1n) zu dem als Master fungierenden Leitrechner (1) eine Peer-Peer-Kommunikation der Geräte untereinander, bei denen die Geräte gleichberechtigt sind. Das erfindungsgemäße Verfahren und die zu seiner Durchführung konzipierte Vorrichtung ermöglichen, daß die über den CAN-Bus miteinander verbundenen Geräte aller OP-Säle einer Klinik mit dem Leitrechner kommunizieren und von diesem zentral gesteuert werden können. Alle Geräte sind dabei in der Lage, die anfallenden Prozessdaten bzw. Parameter dem Leitrechner mitzuteilen. Die Systembedienung ist sowohl am Leitrechner als auch an den Geräten ...



DE 199 04 090 A 1

DE 199 04 090 A 1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur automatischen Steuerung und Verwaltung von programmgesteuerten medizinischen Geräten bzw. Anlagen, insbesondere von endoskopischen Geräten gemäß den im Oberbegriff des Anspruches 1 bzw. 8 angegebenen Merkmalen.

Die Verwaltung, Systemeinstellung und -konfiguration verschiedener bei einer Operation verwendeter medizinischer Geräte und besonders endoskopischer Geräte müssen derzeit vor jeder Operation noch manuell durch das Operationspersonal ausgeführt werden. Zu verschiedenen Operationen bzw. bei verschiedenen Operationstechniken müssen dazu verschiedene Geräte auf die unterschiedlichsten Situationen jedesmal vollständig neu eingestellt werden. Auch die Verwaltung von fehlerhaften oder routinemäßig auszutauschenden Geräten oder Geräteteilen wird derzeit noch von Hand protokolliert und überwacht.

Treten bei bekannten endoskopischen Systemen technische Probleme kurz vor oder während der Operation auf, so muß derzeit die ganze Handhabung noch manuell vom Operationspersonal vorgenommen werden. Aufgrund der Tatsache, daß es sich dabei um hochkomplexe Systeme handelt, bei denen häufig mehrere elektronische Geräte und Instrumente in den verschiedensten Konfigurationen zusammenarbeiten müssen, ist das Operationspersonal oft nicht im einzelnen über die sehr umfangreichen Maßnahmen und Möglichkeiten beim Auftreten eines bestimmten Fehlers oder Problems informiert.

Erschwerend kommt dabei der Stress des Operationspersonals sowie die Zeitproblematik bezüglich der Behebung eines Problems oder Fehlers während der Operation hinzu. Auch technisch orientierte Benutzer können oft die entsprechende Problematik bei Erkennung eines Fehlers oder Problems nicht oder nur ungenügend erfassen oder lokalisieren.

Es ist Aufgabe der Erfindung, ein Verfahren und eine Vorrichtung zur automatischen Verwaltung und Steuerung von einander örtlich und funktionell zugeordneten Geräten oder Anlagen, insbesondere von endoskopischen Geräten, zu schaffen, die das Operationspersonal entlasten und Kosten für Geräteverwaltung und/oder -einstellung einsparen können.

Der verfahrensmäßige Teil dieser Aufgabe wird durch die in Anspruch 1 angegebenen Merkmale gelöst, der vorrichtungsmäßige Teil durch die in Anspruch 8 angegebenen.

Das Verfahren und die Vorrichtung sind in der Lage, die Geräte oder Anlagen mehrerer Operationssäle bzw. Operationen gleichzeitig zu steuern bzw. zu überwachen.

Das erfundungsgemäße Verfahren und die Vorrichtung bringen eine wesentliche Vereinfachung der Systembedienung für das Operationspersonal, da vor einer bestimmten Operation alle Geräte, insbesondere eines endoskopischen Systems, automatisch auf die für eine Operation bzw. Operationstechnik benötigte Konfiguration und Geräteeinstellung gebracht werden können.

Ferner können erfundungsgemäß alle Änderungen oder Einstellungen, die während einer Operation an den Geräten vorgenommen werden, automatisch erfaßt werden. Insbesondere kann eine Vielzahl von Bedienungsschritten, die an allen für eine Operation notwendigen Geräten vor einer Operation notwendig sind, auf eine einzige Systembedienung reduziert werden. Jeder bei der Operation eingesetzte Arzt kann dabei seine subjektiven Bedürfnisse bei der Systemeinstellung berücksichtigen und gleichzeitig bei Beginn einer Operation Gewißheit haben, daß für jede spezielle Anwendung seine definierte Systemeinstellung vorgenommen worden ist.

Damit die langfristige Störungsfreiheit eines kompletten Systems verlängert werden kann und um Wartungskosten einzusparen, wird der Benutzer rechtzeitig, durch entsprechende Meldungen auf dem Bildschirm eines Leitrechners oder eines sonstigen Ausgabegerätes auf kritische Anlagenkomponenten, wie Austausch von Verschleißteilen, Nachfüllen von Flüssigkeiten und Gasen, elektronische oder physikalische Probleme, hingewiesen, und erfährt auch den geeigneten Zeitpunkt zur Wartung der Anlage bzw. einzelner Geräte. Dadurch wird die Wahrscheinlichkeit der Entstehung eines Systemfehlers, Gerätfehlers oder Ausfalls während einer Operation deutlich verringert.

Ferner ist es erfundungsgemäß möglich, sämtliche während einer Operation anfallende Informationen an einem medizinischen Gerät bzw. endoskopischen System auch im Nachhinein nachvollziehen zu können. Weiterhin können solche Informationen nach der Operation zu Dokumentationszwecken abgelegt, d. h. gespeichert werden.

Das Operationspersonal wird vor allem bei während einer Operation auftretenden technischen Problemen entlastet, da beim Erkennen einer Systemstörung, eines Gerätfehlers, einer Gerätstörung bzw. Ausfalls desselben im Gesamtsystem eine entsprechende intelligente Behandlung der Situation erfolgt. Dabei wird der aktuelle Systemzustand automatisch erfaßt und analysiert. Anschließend werden nach Möglichkeit die entsprechenden Fehlerbehebungsmaßnahmen, wie z. B. Ersatz eines ausgefallenen Geräts durch ein gleichartiges automatisch eingeleitet.

Zur Erfüllung der oben genannten Aufgaben sind die Geräte eines oder mehrerer Operationssäle einer Klinik durch ein Bussystem, vorteilhaft durch einen CAN-BUS, miteinander und mit einem Leitrechner verbunden, durch den sie zentral verwaltet bzw. gesteuert werden können.

Alle Geräte verfügen gemäß der Erfindung über eine intelligente programmgesteuerte Prozessorenheit und sind in der Lage, über den CAN-Bus alle anfallenden Prozeßdaten bzw. -parameter einander und dem Leitrechner mitzuteilen. Durch spezielle für jedes der vernetzten Geräte und den Leitrechner definierte Steuer-, Verwaltungs-, Kommunikations- und Fehlerprotokolle lassen sich die gesamten oben genannten Aufgaben softwaremäßig realisieren. Die Software ist im gesamten System, d. h. im Leitrechner und in den vernetzten Geräten implementiert.

Die Kommunikation erfolgt durch Ändern des standardisierten CANopen-Protokolls. Dieses verwendet standardmäßig Punkt-zu-Punkt-Verbindungen (Peer-to-Peer-Verbindungen). Durch Ändern der Kommunikationsstruktur werden sowohl logische Sende- und Empfangsadressen als auch Hardware-Sende- und Empfangspuffer eingespart. Diese Geräte kommunizieren mit dem aufgebrochenen CANopen-Master-Slave-Protokoll entweder über eine doppelte Ringstruktur, eine Ring-Stern-Struktur oder eine Ring-Ring-Struktur. Diese Kommunikationsstrukturen sind jedoch nicht hardwaremäßig sondern logisch über eine entsprechende Adressierung ermöglicht.

Bei der doppelten Ringstruktur verkürzt sich, wenn die Anzahl der Knoten gleich bleibt, die Übertragungszeit, und es verringert sich die Buslast, da die Kommunikation in zwei Richtungen abläuft. Für jeden Knoten, d. h. die Schnittstelle

eines Geräts, des Leitrechners und des Ersatzrechners, müssen die Knoten aller anderer im Ring aufgenommener Knoten über einen Algorithmus, über Adressenlisten oder durch Übertragung vom Leitrechner bekannt sein. Der Knoten entscheidet dann, welcher Weg der kürzere Übertragungsweg ist.

Bei einer Ring-Stern-Struktur werden Sternaußenpunkte durch eine Ringstruktur miteinander verbunden. Geräte, die zu einem System bzw. einer Gerätegruppe gehören und somit einen schnellen Datenaustausch benötigen, werden zu einem Stern zusammenge schaltet. In diesem Fall findet eine Peer-to-Peer-Verbindung zwischen Sternpunkt und Sternaußenpunkt als schnellste Übertragungsform statt. Die Kommunikation zwischen Sternaußenpunkt und Sternaußenpunkt findet über den Sternpunkt statt (Sternaußenpunkt → Sternpunkt → Sternaußenpunkt).

Für jeden Knoten müssen die Knoten-IDs aller anderen im Ring aufgenommener Knoten über einen Algorithmus oder über Adresslisten oder durch Übertragung vom Leitrechner bekannt sein.

Die Knoten-IDs liegen dem Knoten in einer Tabelle/Matze vor. Aus der Tabelle werden die Knoten-IDs einer Zeile zu einem Stern zusammengefaßt. Nach einem Algorithmus wird ein Sternpunkt ausgewählt. Die Sternpunkte aller Zeilen der Tabelle werden durch eine Ringstruktur miteinander verbunden.

Bei der Ring-Ring-Struktur werden solche Teilnehmer zu einem Ring zusammenge schaltet, die relativ oft Daten untereinander austauschen. Sind weitere Teilnehmer am Bus, werden auch diese zu einem weiteren Ring konfiguriert. Die Konfiguration eines Ringes erfolgt, wie bei der Konfiguration eines Ringes bei der Doppel-Ring-Konfiguration.

Um die Kommunikation zwischen allen medizinischen Geräten zu ermöglichen, werden bestimmte Knoten der jeweiligen Ringe zu einem gemeinsamen Ring zusammenge schlossen. Dies wird äquivalent zu dem Verfahren des Zusammenschließens der Sternpunkte zu einem Ring bei der Ring-Stern-Struktur vorgenommen.

Die Erfindung ist nachfolgend anhand von in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispielen näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 ein Blockschaltbild eines zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens geeigneten, durch einen CAN-Bus verbundenen Systems aus mehreren medizinischen Geräten bzw. Anlagen, einem Leitrechner und einem Ersatzrechner;

Fig. 2A ein schematisches Ablaufdiagramm eines beim erfindungsgemäßen Verfahren verwendeten Software-Makrorecorders zur Aufzeichnung und Abspeicherung eines Makros;

Fig. 2B ein schematisches Ablaufdiagramm eines Programms zum Laden und Einspielen eines Makros in das System;

Fig. 2C ein schematisches Ablaufdiagramm eines zum Laden, Abspielen, Ändern und Speichern eines Makros dienenden Programms;

Fig. 3 ein schematisches Ablaufdiagramm eines zur Wartung und Serviceanalyse dienenden Programms;

Fig. 4 ein schematisches Ablaufdiagramm einer LOG-IN-FILE-Erstellung zur Dokumentation;

Fig. 5 ein schematisches Ablaufdiagramm eines zur Fehlerbehandlung in der erfindungsgemäßen Vorrichtung dienenden Programms;

Fig. 6A und **6B** ein Beispiel eines Makrorecorders für ein aus Kamera, Lichtprojektor, Insufflator und Saug-Spül-Pumpe bestehenden Systems von Endoskopiegeräten;

Fig. 7 schematisch eine Doppelring-Struktur;

Fig. 8 schematisch eine Ring-Stern-Struktur und

Fig. 9 schematisch eine Ring-Ring-Struktur mehrerer durch einen CAN-Bus verbundener Geräte.

Das in **Fig. 1** dargestellte Blockschaltbild zeigt schematisch mehrere durch einen CAN-Bus miteinander und mit einem übergeordneten Leitrechner 1 und einem Ersatzrechner 2 verbundene medizinische Geräte 11-1n, die Endoskopiegeräte sein können. Über die Busleitungen CAN_H und CAN_L werden CAN-Bus- bzw. Datentelegramme bidirektional übertragen. Dabei ist erfindungsgemäß auch eine gleichberechtigte und dadurch schnelle Kommunikation der durch den CAN-Bus miteinander verbundenen medizinischen Geräte 11-1n untereinander möglich.

In einem Beispiel können die Geräte 11-1n einen Lichtprojektor, eine Videokamera, einen Insufflator, eine Saug-Spül-Pumpe, usw. umfassen und von der als Leitrechner 1 bezeichneten zentralen Steuereinheit bedient werden. Diese Geräte werden von dem Leitrechner 1 z. B. als eine erste Gerätegruppe A verwaltet, die z. B. zu einem endoskopischen System eines Operationssaales einer Klinik gehört. Wie erwähnt, ist auch ein schneller Datenaustausch zwischen den Geräten Lichtprojektor, Kamera, Insufflator, Saug-Spül-Pumpe möglich. So kann die Kamera z. B. Regelwerte (Videosignal) über den Bus an den Lichtprojektor übertragen. Ebenso kann der Insufflator Daten zur Texteinblendung am Monitor über den CAN-Bus an die Kamera übertragen.

Eine zweite Gerätegruppe B unter den Geräten 11-1n besteht z. B. aus einem Lichtprojektor, einer Kamera und einem Insufflator und einer Saug-Spülpumpe, die zu einem anderen endoskopischen System eines anderen OP's derselben Klinik gehören. Auch bei dieser Gerätegruppe ist ein schneller Datenaustausch der Geräte untereinander über den CAN-Bus erforderlich.

Da alle Gerätegruppen durch den CAN-Bus mittels des aufgebrochenen CANopen-Protokolls miteinander und mit dem übergeordneten Leitrechner 1 oder im Fehlerfall – bei dem der Leitrechner 1 gestört ist – mit dem Ersatzrechner 2 kommunizieren, ist sowohl ein echtzeitfähiger Datenaustausch zwischen den einzelnen Geräten als auch zwischen den Gerätegruppen möglich. Dabei verkleinert sich die Zeitverzögerung im Vergleich zu bisher bekannten Strukturen, wo Einstellungen, Parameterveränderungen, Wartungsmaßnahmen, Fehlermeldungen separat an den einzelnen Geräten vorgenommen und protokolliert werden mußten.

Wie weiter unten noch im einzelnen ausgeführt wird, beruht die Busstruktur des CAN-Buses prinzipiell auf dem Schicht-7-Protokoll CANopen, welches jedoch aufgebrochen ist, so daß sich durch die Adressierung logisch mehrere verschiedene Kommunikationsstrukturen z. B. eine doppelte Ringstruktur, eine Ring-Stern-Struktur und eine Ring-Ring-Struktur mit ein und demselben CAN-Bus verwirklichen lassen.

Auf der Grundlage der in **Fig. 1** schematisch als Blockschaltbild dargestellten Hardwarestruktur, wird nun anhand der in den **Fig. 2A, 2B, 2C** und **3 bis 5** dargestellten Ablaufdiagramme ein intelligentes Systemmanagement beschrieben, welches aus folgenden Teilen besteht:

1. Makrorecorder (Fig. 2A, 2B, 2C);
2. Wartungs- und Serviceanalyse gem. Fig. 3;
3. LOG-IN-FILE-Erstellung zur Dokumentation gem. Fig. 4 und
4. Fehlerbehandlung gem. Fig. 5.

5

1. Makrorecorder (Fig. 2A, 2B, 2C)

Über den Makrorecorder kann sich der Benutzer von endoskopischen Systemen die komplette Systemeinstellung für bestimmte Operationsarten und -techniken in einem einmaligen Vorgang zusammenstellen und abspeichern.

Der Makrorecorder kann dabei vom Benutzer eines komplett durch den Leitrechner initialisierten endoskopischen Systems aktiviert werden (Fig. 2A). Danach werden alle getätigten Einstellungen an allen Geräten des Systems bzw. am Leitrechner 1 aufgezeichnet. Nach dem Deaktivieren des Makrorecorders wird ein vom Leitrechner mitprotokollierter Makrofile unter einem Namen, welcher vom Benutzer eingegeben wird, im vorhandenen Datenspeicher gesichert.

Durch den Aufruf des Makrorecorders und die Eingabe des Dateinamens des entsprechenden Makrofile, kann dieser in das System eingespielt werden (Fig. 2B). Das endoskopische System wird dann in genau der Art und Weise konfiguriert, wie dies in dem entsprechenden Makrofile beschrieben ist.

Der Makrorecorder ist nicht an den Leitrechner 1 gebunden, d. h. die erforderliche Software kann auch in einem Gerät implementiert sein, um nur dieses eine Gerät zu konfigurieren. Die Konfiguration des Gerätes kann auch über entsprechend programmierte Chipkarten erfolgen, welche am entsprechenden Gerät eingeführt werden.

Neben den Funktionen RECORD und PLAY des Makrorecorders kann über die Funktion CHANGE das bereits gespeicherte Makro problemlos geändert werden (Fig. 2C).

2. Wartungs- und Serviceanalyse nach dem Hochfahren des Systems (boot-up) (Fig. 3)

25

Nach dem "boot-up" des endoskopischen Systems werden alle Prozeßdaten und Prozeßparameter bezüglich der Systeminstandhaltung bzw. der Gerätewartung (Zustand von Geräteteilen, Hilfsmitteln, etc.) von allen endoskopischen Geräten des Systems vom Leitrechner eingelesen. Anhand dieser Daten wird der Leitrechner in die Lage versetzt, den Zustand des Systems komplett zu analysieren und Maßnahmen bezüglich der Wartung oder des Austausches von Verschleißteilen oder notwendigen Hilfsmitteln dem Benutzer über den Bildschirm mitzuteilen.

3. LOG-IN-FILE-Erstellung zur Dokumentation (Fig. 4)

Normalerweise werden vom Leitrechner nur die für ihn wichtigen Nachrichten des Bussystems abgehört und bearbeitet. Über einen LOG-IN-MODE kann die gesamte Buskommunikation einer Klinik vom Leitrechner mit Zeitmarken versehen und in einem LOG-IN-FILE mitprotokolliert und abgespeichert werden.

Welche Daten dabei im LOG-IN-FILE abgelegt werden, kann durch den Benutzer am Leitrechner über Filter eingestellt werden. Hierbei kann unter folgenden Möglichkeiten der Protokollierung gewählt werden:

- 40 – komplette Buskommunikation,
- Daten einzelner OP's,
- Daten einzelner Geräte,
- System- bzw. Gerätebedienungen,
- alle/bestimmte Prozeßparameter bzw. Prozeßdaten,
- Fehlerbehandlung.

Durch die Markierung der gesamten Kommunikationsdokumentation über Zeitmarken im LOG-IN-FILE kann auch im nachhinein der detaillierte zeitliche Ablauf der aufgezeichneten Kommunikation in allen OP's nachvollzogen werden.

50

4. Fehlerbehandlung (Fig. 5)

Bei einem Gerätfehler bzw. einer Gerätestörung wird nach Möglichkeit der Fehler automatisch vom Leitrechner behoben. Dabei werden die für das Problem verantwortlichen Prozeßdaten von der jeweiligen Einheit in den Leitrechner 1 eingelesen. Dieser entscheidet dann anhand einer Matrix, ob dieses Problem sofort behoben werden kann (sofortige Ausführung!) oder ob eine unterstützenden Maßnahme durch den Benutzer notwendig ist (Ausgabe am Bildschirm/Gerät!), bevor eine Fehlerbehebung eingeleitet werden kann.

Handelt es sich um einen Geräteausfall oder um eine schwerwiegendere Störung, welche nicht in einem definierten, zeitlich eng begrenzten Zeitraum zu beheben ist, so wird das entsprechende Gerät vom Leitrechner aus dem System entfernt. Dabei wird das Gerät über den Bus vom System abgemeldet. Weiterhin werden alle relevanten elektrischen Signale über eine dafür eingerichtete Elektronik vom System weggeschaltet.

Ein vorhandenes Ersatzgerät wird dann vom Leitrechner automatisch in das System eingebunden. Die relevanten elektronischen Signale werden dann auf das neue Gerät aufgeschaltet. Die Konfiguration des neuen Gerätes wird dann entsprechend der des defekten Gerätes zum Ausfallzeitpunkt vorgenommen. Sind beide Geräte nicht direkt vergleichbar, so wird die bestmögliche Einstellung für die aktuelle Anwendung automatisch vom Leitrechner gewählt. Die Operation kann unmittelbar nach dieser automatisierten Maßnahme fortgesetzt werden.

Über die Fehlerbehandlung wird der Leitrechner 1 durch einen Ersatzrechner 2 überwacht. Dieser protokolliert ebenfalls die gesamte Buskommunikation mit und ist somit in der Lage, bei einem eventuellen Ausfall oder Systemabsturz des Leitrechners 1 die Funktion des CAN-Buses aufrecht zu erhalten. Bis auf die für die Umschaltung notwendige Hard-

ware wird diese Aufgabe softwareseitig realisiert.

Beim Speichern der Daten im LOG-IN-File wird der Datenverkehr aller Geräte im System protokolliert. Die Daten des LOG-IN-Files können nach der Operation aufbereitet, gefiltert und damit nach den jeweiligen Anforderungen ausgewertet werden. Dabei stehen bei einer späteren Auswertung die Daten in dem zeitlichen Raster zur Verfügung, in dem sie bei der Aufzeichnung angefallen sind. Bei Fehlern, die bei Gerätebedienung oder bei den Geräten auftreten, kann somit genau festgestellt werden, welche Bus-Telegramme bzw. welche Gerätebedienungseinstellungen zum Fehlerzeitpunkt aktuell waren bzw. vorgenommen wurden. Fehler lassen sich somit genau zurückverfolgen. Die Fehlerbehandlung verbessert sich dadurch entschieden. Wird das LOG-IN-File abgespielt bzw. wiedergegeben, werden alle während der Operation vorgenommenen Einstellungen, d. h. sowohl Einstellungen, die an einer Bedienungstafel eines Geräts vorgenommen wurden als auch Einstellungen, die über den Bus-Master, respektive den Leitrechner vorgenommen wurden, an den Geräten wieder vorgenommen. Damit kann jede Operation genau analysiert werden.

Als Beispiel für von endoskopischen Geräten erfassten Daten seien Betriebsdaten genannt, wie Flowwert, Druck (jeweils Soll- und Istwert), Saugleistung, Helligkeitswert, Gastemperatur in Abhängigkeit von der Flowrate usw. Andere Daten, die erfaßt werden sollen, sind z. B. Fehlermeldungen.

Nun wird anhand der Fig. 6A und 6B ein Beispiel für einen Makrorekorder in einem System beschrieben, das aus folgenden Endoskopiegeräten besteht:

Kamera, Lichtprojektor, Insufflator, Saug-Spül-Pumpe.

Zuerst wird die Startkonfiguration sämtlicher am System angeschlossener Geräte aufgenommen werden (Schritt S1). Dies geschieht per "Default". Die im Schritt S1 angeführten Konfigurationen des Gerätelichtprojektors (LQ), Kamera (KAM), Insufflator (PNEU) und Saug-Spülspumpe (SAUG) ist lediglich beispielhaft für eine transanale endoskopische Mikrochirurgie.

Durch den Schritt S2 wird die in Schritt S1 aufgenommene Gerätekonfiguration in den verschiedenen Menüs angezeigt. Dann wird ins Hauptmenü verzweigt (S3) und im Schritt S4 der Makrorekorder aktiviert. Hier und im folgenden bedeuten:

MS – "Menüsteuerung" GS – "Gerätesteuerung" A – "Abspeichern".

Im Schritt S5 wird dynamisch Zwischenspeicherplatz reserviert und initialisiert. Dann wird im Schritt S6 das Lichtquellenmenü aufgerufen, und es werden die Werte abgespeichert; im Schritt S7 wird die manuelle Gerätesteuerung gewählt, d. h., daß die automatische Regelung ausgeschaltet wird. Der gewählte Parameter "Manuell" wird abgespeichert. Im Schritt S8 wird die Helligkeit der Lichtquelle LQ auf 50% gesetzt und im Schritt S9 das Licht der Lichtquelle ange- schaltet. Der Helligkeitswert von Schritt S8 und die Anschaltung im Schritt S9 werden beide abgespeichert. Dann wird im Schritt S10 das Kameramenü aufgerufen und abgespeichert. Der Gain der Kamera KAM wird im Schritt S11 ausgeschaltet und dieser Schritt abgespeichert. Dann wird im Schritt S12 die Regelung der Kamera KAM auf automatisch gestellt, d. h. Shutterbetrieb und diese Einstellung abgespeichert. Im Schritt S13 wird durch die Menüsteuerung das Insufflatorsmenü aufgerufen und abgespeichert. Der Druck des Insufflators (PNEU) wird im Schritt S14 auf 15 mm Hg eingestellt und dieser Druckwert abgespeichert. Im Schritt S15 wird die Flowrate des Insufflators zu zehn Liter pro Minute eingestellt und diese Flowrate abgespeichert. Dann wird die Insufflation angeschaltet und dieser Vorgang abgespeichert (Schritt S16).

Anschließend wird im Schritt S17 das Saug-Spülspumpenmenü gewählt und dieser Vorgang gespeichert. Im Schritt S18 wird der Spüldruck der Saug-Spülspumpe auf 1 bar eingestellt und dieser Druckwert abgespeichert. Im Schritt S19 wird die Saugleistung auf 0,5 l/Min. eingestellt und abgespeichert. Im Schritt S20 wird die Saugung eingeschaltet und diese Tätigkeit abgespeichert. Dann wird ins Hauptmenü verzweigt (Schritt S21) und im Schritt S22 der Makrorekorder beendet und schließlich im Schritt S23 unter einem Namen "X" abgespeichert.

Nachstehend werden anhand der Fig. 7 bis 9 gemischte Bus-Strukturen zur Optimierung der Kommunikation der durch den CAN-Bus miteinander verbundenen medizinischen Geräte, insbesondere endoskopischen Geräte, mit einer aufgebrochenen CANopen-Kommunikation näher beschrieben.

CANopen ist ein Protokoll, das auf Kommunikationsobjekten (COB) beruht, wobei jedem Kommunikationsobjekt eine Kennung zugeordnet ist, die seine Priorität implizit spezifiziert. Die Zuteilung der Kennungen an die COBs ist ein wesentlicher Gesichtspunkt des Systemdesigns.

Die Kommunikationsobjektkennungen (COB-IDs) und die Haltezeiten können auf die Geräte entweder statisch oder dynamisch verteilt sein. "Statische Verteilung" bedeutet, daß die Objektkennungen und Haltezeiten fest sind und nur durch ein jeweiliges Modul oder Gerät eigene Mittel wie z. B. Schalter und Anpassungssoftware verändert werden können. Dagegen bedeutet eine "dynamische Verteilung", daß die Kennungen und die Haltezeiten über den CAN-Bus mittels standardisierter Dienste und Protokolle verteilt sind. Einige Kennungen (1 bis 2, 1740–1760 DEC) sind vom CANopen reserviert.

Bei dem verwendeten Schicht-Sieben-Protokoll CANopen geschieht die Kommunikation mit einem Prozessdatenobjekt (PDO). Das PDO ist ein CANopen-Telegram. Für die Master-Slave-Kommunikation stehen zwei PDOs zur Verfügung. Erfüllungsgemäß kommuniziert der Slave mit dem Master, d. h. dem Leitrechner, weiterhin über das CANopen-Telegram PDO2. Ein Datum wird vom Master, z. B. vom Leitrechner mit PDO2 (tx) versendet und vom Slave mit PDO2 (rx) empfangen. Vom Slave wird ein Datum mit PDO2 (tx) versendet und vom Master mit PDO2 (rx) empfangen. Die Slave-Slave Kommunikation wird durch Aufbrechen der Standard CANopen-Master-Slave-Struktur folgendermaßen realisiert:

a) doppelte Ringstruktur (Fig. 7)

Bei einem einfachen Ring würde eine Nachricht vom vorherigen Knoten aufgenommen und an den nächsten Knoten gesandt. Die Kommunikation wäre nur in eine Richtung möglich. Durch das Weiterreichen einer Nachricht entsteht eine

Zeitverzögerung. Die maximale Anzahl der Teilnehmer kann aus der maximal zulässigen Verzögerungszeit berechnet werden.

Durch das Einführen eines zweiten Rings ist eine Kommunikation in beide Richtungen möglich. Die maximale Anzahl der Teilnehmer im Ring verdoppelt sich, da die Kommunikation in zwei Richtungen stattfindet. Bei gleichbleibender Anzahl von Knoten verkürzt sich die Übertragungszeit und verringert sich die Buslast, da die Kommunikation in zwei Richtungen erfolgt. Für jeden Knoten müssen die Node-IDs aller anderer im Ring aufgenommener Knoten über einen Algorithmus, über Listen oder durch Übertragung vom Master bekannt sein. Der Knoten entscheidet daran, welcher Weg der kürzere Übertragungsweg ist.

10 Bildung von Ring 1:
 COB-ID von PDO1(tx) = 384+Node-ID (Knoten)
 COB-ID von PDO1(rx) = 384+Node-ID (vorheriger Knoten im Ring)

Bildung von Ring 2:
 COB-ID von PDO3(tx) = 512+Node-ID (Knoten)
 COB-ID von PDO3(rx) = 512+Node-ID (nächster Knoten im Ring)
 bzw.

20 Bildung von Ring 1:
 COB-ID von PDO1(tx) = 512+Node-ID (Knoten)
 COB-ID von PDO1(rx) = 512+Node-ID (vorheriger Knoten im Ring)

Bildung von Ring 2:
 COB-ID von PDO3(tx) = 384+Node-ID (Knoten)
 COB-ID von PDO3(rx) = 384+Node-ID (nächster Knoten im Ring)

Die rx/tx-COB-ID des n-ten/(n-1)-ten Knotens im Ring ist immer die tx/rx-COB-ID des (n-1)-ten/n-ten Knotens im Ring.

Die Node-IDs aller am doppelten Ring beteiligten Knoten liegen jedem Knoten nach einem Algorithmus oder nach einer Liste oder durch Übertragung vom Bus-Master vor.

Beispiel

Knoten:	A	B	C	D	E	F
Node-ID:	1	2	3	4	5	6
COB-ID von PDO1(tx)	385	386	387	388	389	390
COB-ID von PDO1(rx)	390	385	386	387	388	389
COB-ID von PDO3(tx)	513	514	515	516	517	518
COB-ID von PDO3(rx)	514	515	516	517	518	513

Es soll eine Übertragung von Knoten D nach Knoten B erfolgen. Die Übertragung ist sowohl in der Reihenfolge D, E, F, A, B, als auch in der Reihenfolge D, C, B möglich. Knoten D entscheidet sich für den kürzeren Weg D, C, B.

b) Ring-Stern-Struktur (Fig. 8)

Bei einer Ring-Stern-Struktur werden Sternübertragungsformen aufgebaut, indem bestimmte Knoten sich als Sternpunkt konfigurieren oder vom Master als Sternpunkt konfiguriert werden. Es werden Knoten zu einem Stern zusammengefaßt, die relativ oft Daten pro Zeiteinheit miteinander austauschen. Der Sternpunkt reicht dabei Daten von den an den Sternpunkt angeschlossenen Knoten durch. Bei einem Stern muß ein Datum also maximal einmal durchgereicht werden. Dies ermöglicht eine schnelle Kommunikation. Der Knoten, der die meisten Daten pro Zeiteinheit überträgt, ist sinnvollerweise der Sternpunkt. So findet eine Peer-to-Peer-Kommunikation statt, also die schnellste Übertragungsform.

Um eine Kommunikation mit weiteren endoskopischen Geräten zu ermöglichen werden die Sternpunkte durch eine Ringstruktur miteinander verbunden. Für jedem Knoten müssen die Node-IDs aller anderer im Ring aufgenommener Knoten über einen Algorithmus oder über Listen oder durch Übertragung vom Master bekannt sein. Die Node-IDs liegen dem Knoten in einer Tabelle/Matrise vor. Aus der Tabelle werden die Node-IDs einer Zeile zu einem Stern zusammengefaßt. Nach einem Algorithmus wird ein Sternpunkt ausgewählt. Die Sternpunkte aller Zeilen der Tabelle werden durch eine Ringstruktur miteinander verbunden.

Bildung eines Sterns:
 Sternpunkt:

COB-ID von PDO1(tx) = 384+Node-ID (Sternpunkt)
 COB-ID von PDO1(rx) = (512+Node-ID (Knoten A))
 AND (512+Node-ID (Knoten B)) ...

Das PDO1(rx) wird im BasicCAN-Message-Object empfangen.
 Die Maske wird eingestellt zu

5

MASK = (512+Node-ID (Knoten A)) ÄQUIVALENZ
 (512+Node-ID (Knoten B)) ...

10

Damit müssen nur $2^{\text{Anzahl der Knoten am Sternpunkt}}$ Nachrichten ausgefiltert werden.

Teilnehmer am Sternpunkt angeschlossen:

COB-ID von PDO1(tx) = 512+Node-ID (Knoten x)
 COB-ID von PDO1(rx) = 384+Node-ID (Knoten x)

15

Bildung eines Rings:

COB-ID von PDO3(tx) = 896+Node-ID (Knoten)
 COB-ID von PDO3(rx) = 896+Node-ID (nächster Knoten im Ring)

Die rx/tx-COB-ID des n-ten/(n-1) = ten Knotens im Ring ist immer die tx/rx-COB-ID des (n-1)-ten/n-ten Knotens im Ring

20

Beispiel

Ein Knoten ist der Sternpunkt (hier: Knoten A1, z. B.: Lichtprojektor).

25

Knoten A1 Knoten B1 Knoten C1 Knoten D1 Knoten E1

PDO1(tx) -----> PDO1(rx)

30

PDO1(tx) -----> PDO1(rx)

PDO1(tx) -----> PDO1(rx)

35

PDO1(tx) --> PDO1(rx)

PDO1(rx) <----- PDO1(tx)

40

PDO1(rx) <----- PDO1(tx)

PDO1(rx) <-- PDO1(tx)

PDO1(rx) <-- PDO1(tx)

45

Knoten A1 ist z. B. Sternpunkt 1, Knoten A2 ist der Sternpunkt 2, usw.

Knoten A1 Knoten A2 Knoten A3 Knoten A4

50

PDO3(tx) -----> PDO3(rx) PDO3(tx) ----> PDO3(rx)

PDO3(rx) PDO3(tx) -----> PDO3(rx) PDO3(tx)-->

55

c) Ring-Ring-Struktur (Fig. 9)

Bei einer Ring-Ring-Struktur werden mehrere Ring-Systeme miteinander kombiniert. Bei einem Ring wird eine Nachricht vom vorherigen Knoten aufgenommen und an den nächsten Knoten gesandt. Durch das Weiterreichen einer Nachricht entsteht eine Zeitverzögerung. Die maximale Anzahl der Teilnehmer kann aus der maximal zulässigen Verzögerungszeit berechnet werden. Um die maximale Verzögerungszeit möglichst gering zu halten werden nur relativ kleine Ringe konfiguriert. Sinnvoll sind dabei 3 bis 8 Teilnehmer. Dabei werden die Teilnehmer zu einem Ring zusammenge schaltet, die relativ oft Daten untereinander austauschen. Sind weitere Teilnehmer am Bus, werden diese Teilnehmer zu einem weiteren Ring konfiguriert. Die Konfiguration eines Ringes wird wie in a) (Ring 1) beschrieben vorgenommen.

60

Um die Kommunikation zwischen allen medizinischen Geräten zu ermöglichen, werden bestimmte Knoten der jeweiligen Ringe zu einem Ring zusammengeschlossen. Dies wird äquivalent zu b) (Zusammenschließen der Sternpunkte zu

65

einem Ring) vorgenommen.

Patentansprüche

5. 1. Verfahren zur automatischen Steuerung und Verwaltung von programmgesteuerten medizinischen Geräten bzw. Anlagen, insbesondere von endoskopischen Geräten, innerhalb eines oder mehrerer zu einem Klinikbereich gehörender Operationssäle, **gekennzeichnet durch** folgende Schritte:
 - A Bereitstellen eines die Geräte bzw. Anlagen untereinander verbindenden Netzwerks sowie eines übergeordneten mit den Geräten/Anlagen durch das Netzwerk verbundenen Leitrechners;
 - B Bereitstellen von Softwareschnittstellen im Leitrechner und in jedem der vernetzten Geräte in Form eines für alle Geräte und den Leitrechner definierten Steuer-Verwaltungs-, Kommunikations- und Fehlerprotokolls;
 - C Erstellen oder Aktualisieren von die Gesamtsystemkonfiguration beschreibenden Makros unter Einhaltung der in Schritt B definierten Protokolle;
 - D Initialisieren und Einstellen von Parametern wenigstens eines der Geräte durch Übertragung eines oder mehrerer der in Schritt C erstellten oder aktualisierten Makros an das Gerät oder die Geräte;
 - E Rückmelden der sich bei der Initialisierung oder Einstellung des Geräts bzw. der Geräte einstellenden Betriebsparameter und ggf. von Fehlermeldungen an den Leitrechner;
 - F Aufzeichnen der Dateninhalte des oder der von die Initialisierung und/oder Einstellung des Geräts bzw. der Geräte übertragenen Makros und der Dateninhalte der Rückmeldung wenigstens im Leitrechner; und
 - G Wiederholen der Schritte C–F für jede Änderung der Einstellung an dem Gerät oder den Geräten.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Schritt E einen Schritt aufweist, der nach dem Initialisieren des Geräts bzw. der Geräte alle Prozeßdaten und Prozeßparameter hinsichtlich der Instandhaltung und der Gerätewartung aller vernetzter Geräte an den Leitrechner überträgt.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß während der Schritte D–F vom Leitrechner eine Dokumentationsdatei (LOG-IN-FILE) erstellt wird, in dem die gesamte Kommunikation über das Netzwerk von Leitrechner mit Zeitmarken versehen wird und mit den Zeitmarken abgespeichert wird.
4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß am Leitrechner ein Benutzer definieren kann, welche Daten in der Dokumentationsdatei erfaßt und abgespeichert werden, und zwar nach Maßgabe folgender Protokollierung:
 - 30 – komplette Buskommunikation;
 - Daten einzelner Operationssäle;
 - Daten einzelner Geräte;
 - System bzw. Gerätebedienungen;
 - alle oder bestimmte Prozeßparameter oder Prozeßdaten;
 - Fehlerbehandlung.
5. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß zur Fehlerbehandlung die für den Fehler verantwortlichen Prozeßdaten von der jeweiligen Einheit in den Leitrechner übertragen werden und dieser anhand einer Entscheidungsmatrix entscheidet, ob er den Fehler sofort beseitigen kann oder ob eine unterstützende Maßnahme durch den Benutzer notwendig ist, wobei das Entscheidungsergebnis an einer Anzeigeeinheit des Leitrechners oder eines der Geräte angezeigt wird bevor eine Fehlerbehebung eingeleitet wird.
6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Leitrechner bei Ersatz eines ausgefallenen Geräts ein mit dem ausgefallenen Gerät identisches Gerät entsprechend der Einstellung des defekten Geräts zum Ausfallzeitpunkt konfiguriert.
7. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß ein Schritt zur Überwachung des Leitrechners durch einen Ersatzrechner vorgesehen ist, wobei der Ersatzrechner die gesamte Kommunikation über das Netzwerk mitprotokolliert und bei einem Ausfall oder Fehler des Leitrechners die Funktion des Netzwerks aufrechterhält.
8. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das die Geräte und den Leitrechner verbindende Netzwerk ein CAN-Bus mit einer aufgebrochenen CANopen-Struktur zur Kommunikation der Geräte untereinander ist, daß jedes der zu verwaltenden bzw. zu steuernden Geräte und der Leitrechner eine CAN-Schnittstelle aufweisen, und daß die aufgebrochenen CANopen-Struktur eine Gleichberechtigung zweier miteinander kommunizierender Geräte (PEER-PEER) erreicht.
9. Vorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß durch die aufgebrochene CANopen-Struktur eine Kommunikationsobjektidentifikation (COB-ID) der durch den CAN-Bus verbundenen Geräte so eingerichtet ist, daß die Busstruktur logisch einen doppelten Ring bildet.
10. Vorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß bei der aufgebrochenen CANopen-Struktur eine Kommunikationsobjektidentifikation (COB-ID) der durch den CAN-Bus verbundenen Geräte so eingerichtet ist, daß die Busstruktur logisch eine Ring-Stern-Struktur bildet.
11. Vorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß bei der aufgebrochenen CANopen-Struktur eine Kommunikationsobjektidentifikation (COB-ID) der durch den CAN-Bus verbundenen Geräte so eingerichtet ist, daß die Busstruktur logisch eine Ring-Ring-Struktur bildet.

Hierzu 11 Seite(n) Zeichnungen

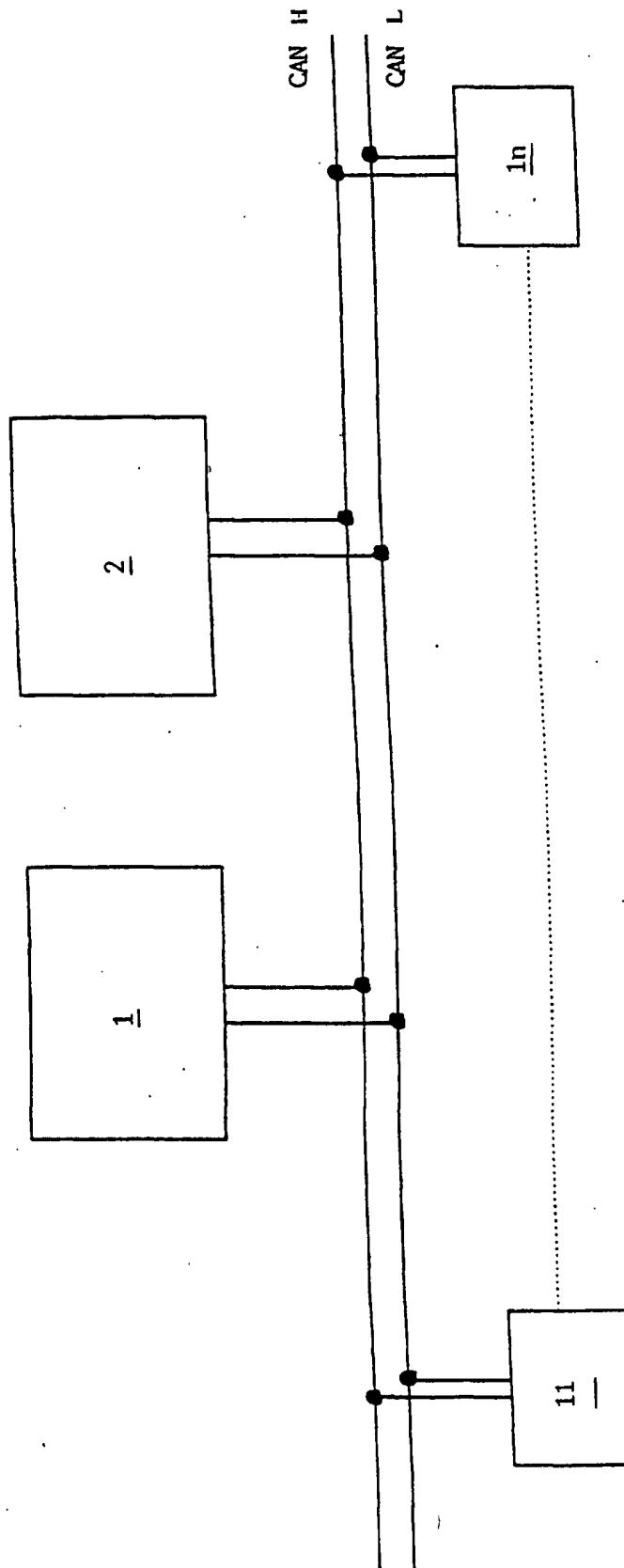


FIG. 1

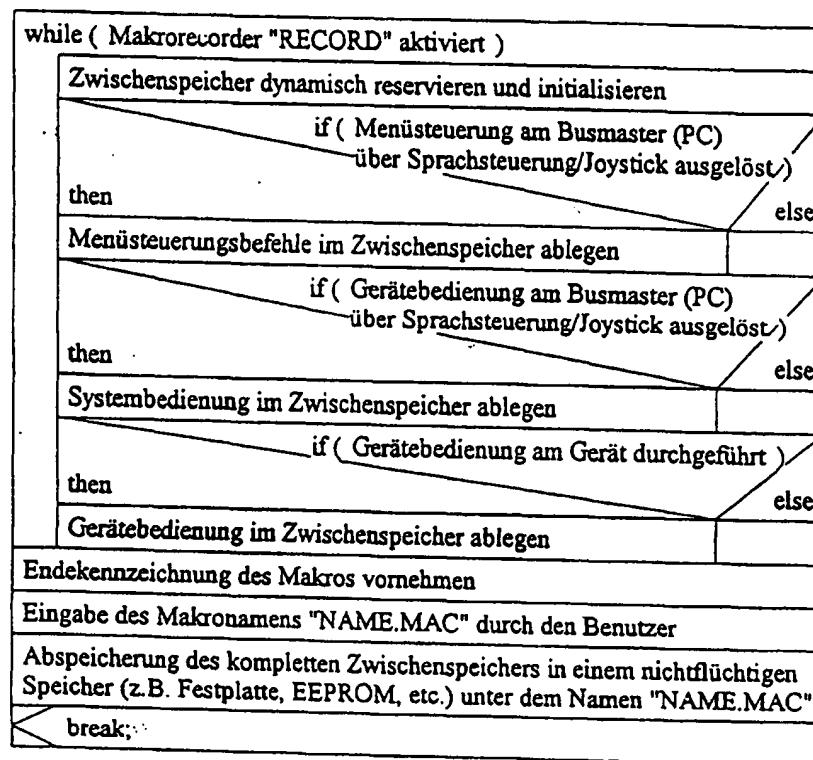


FIG. 2A

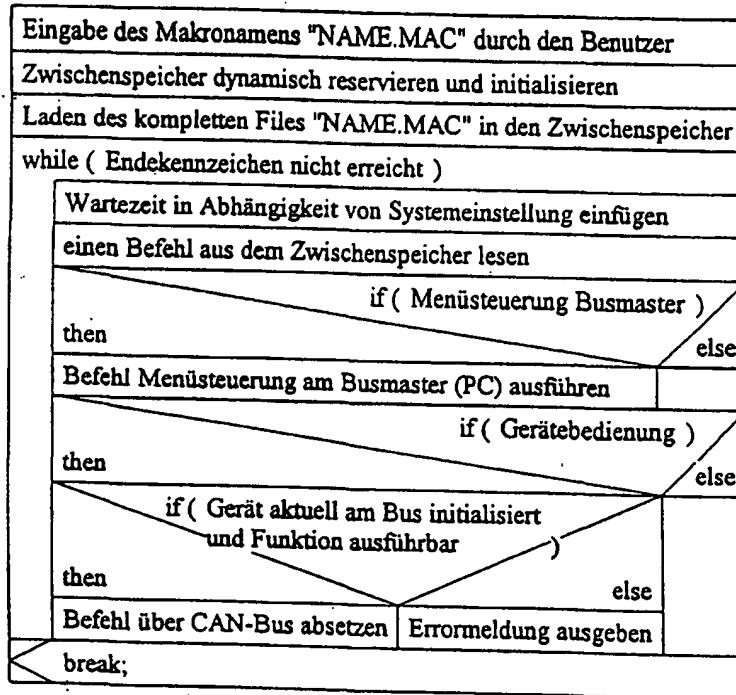


FIG. 2B

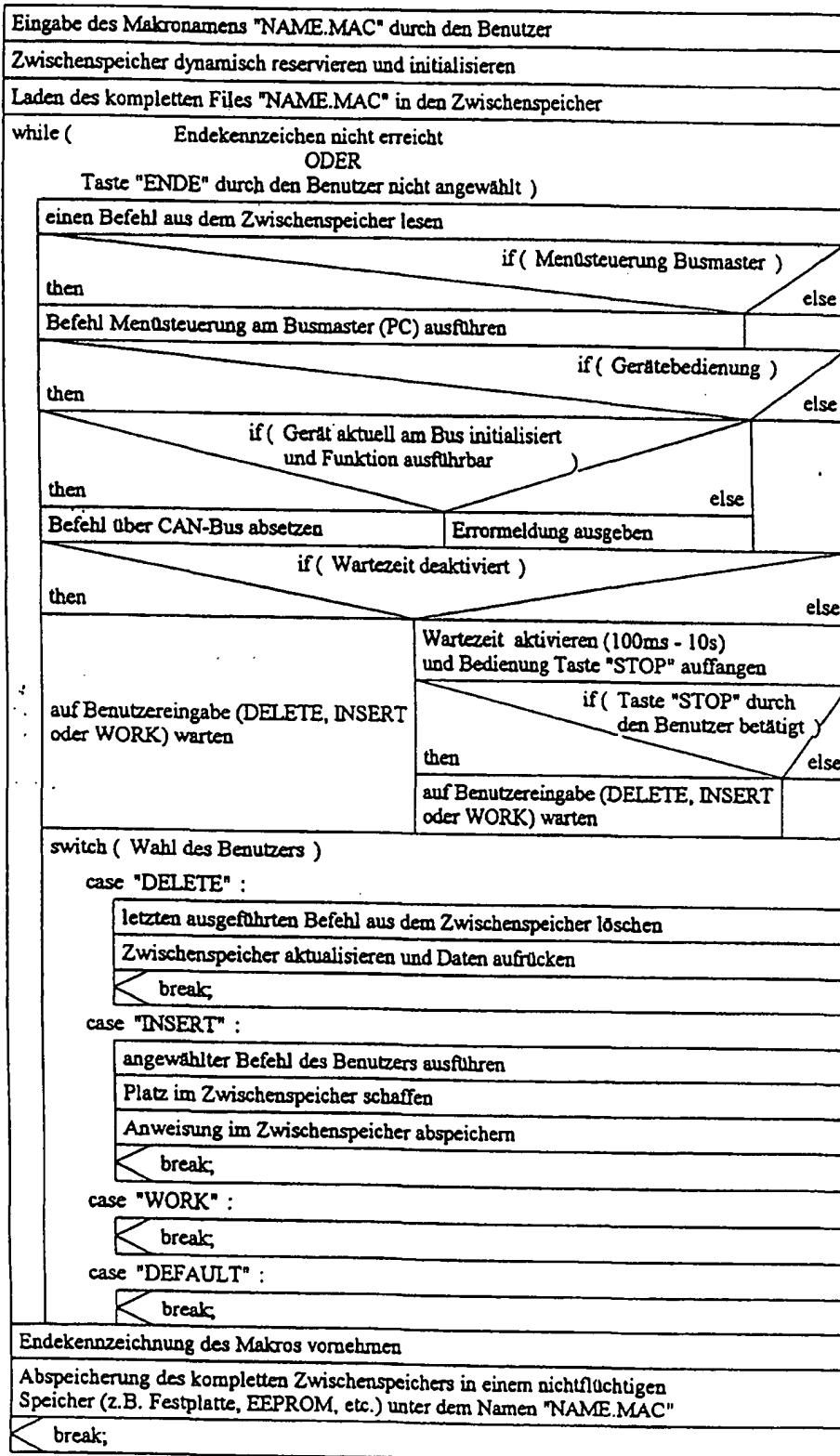


FIG. 2C

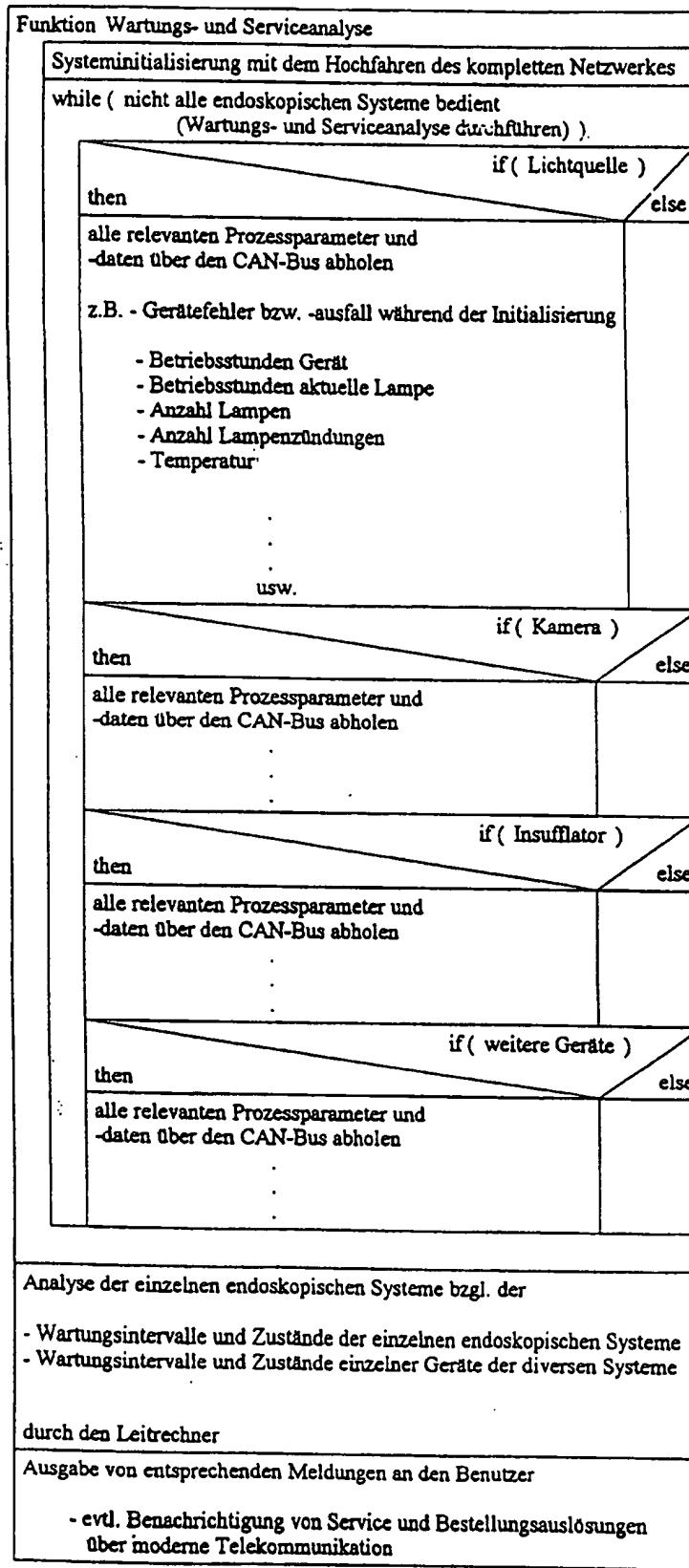


FIG. 3

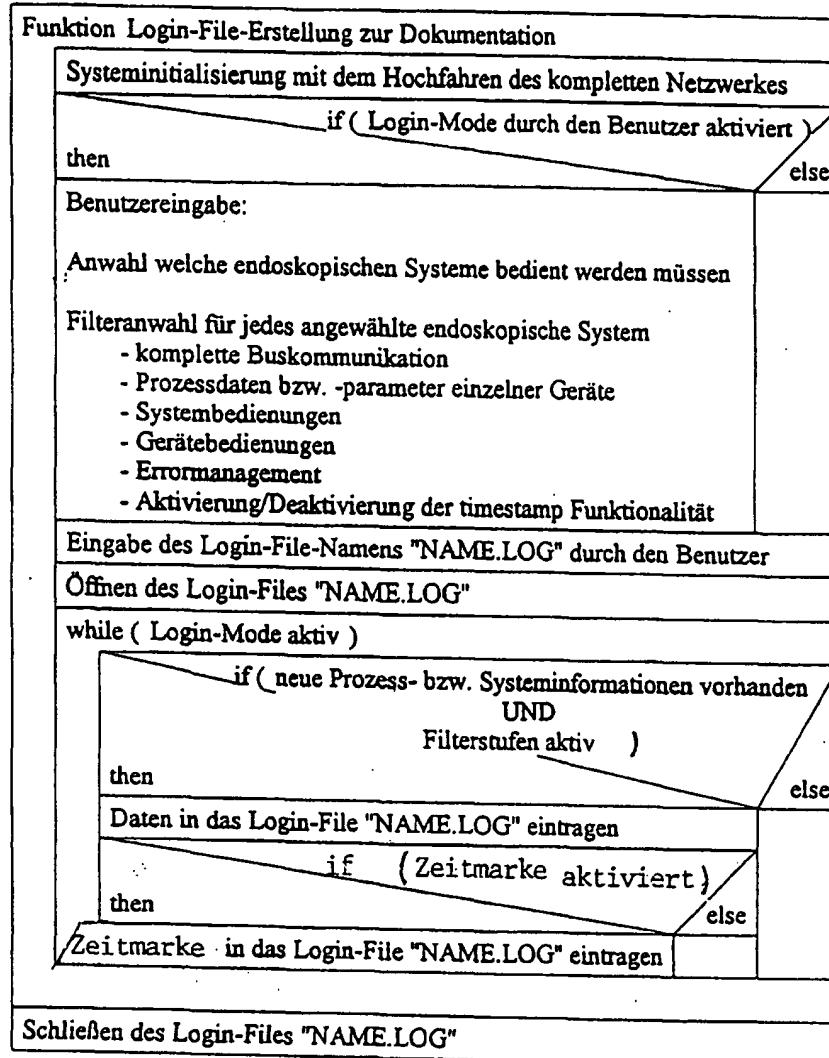


FIG. 4

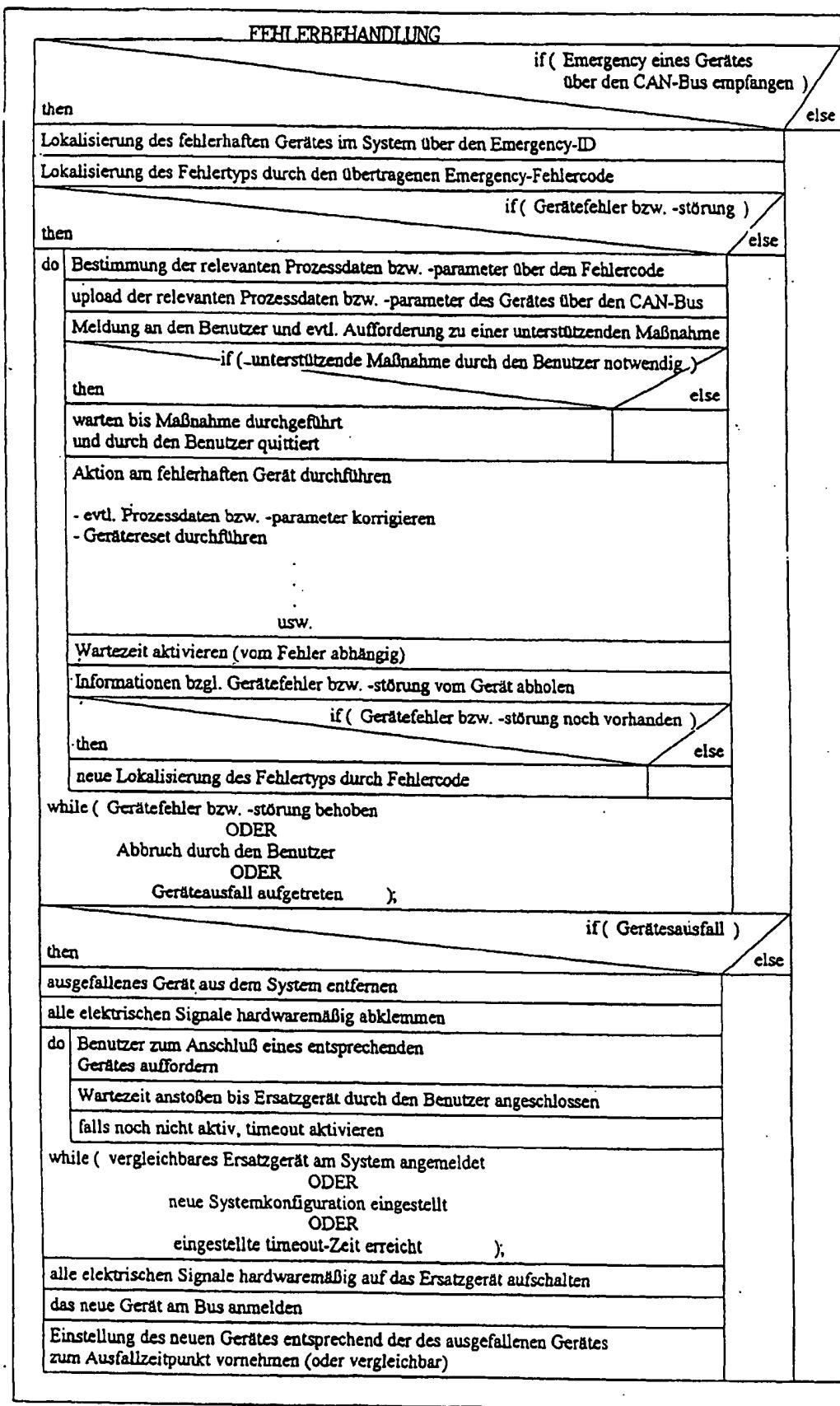


FIG. 5

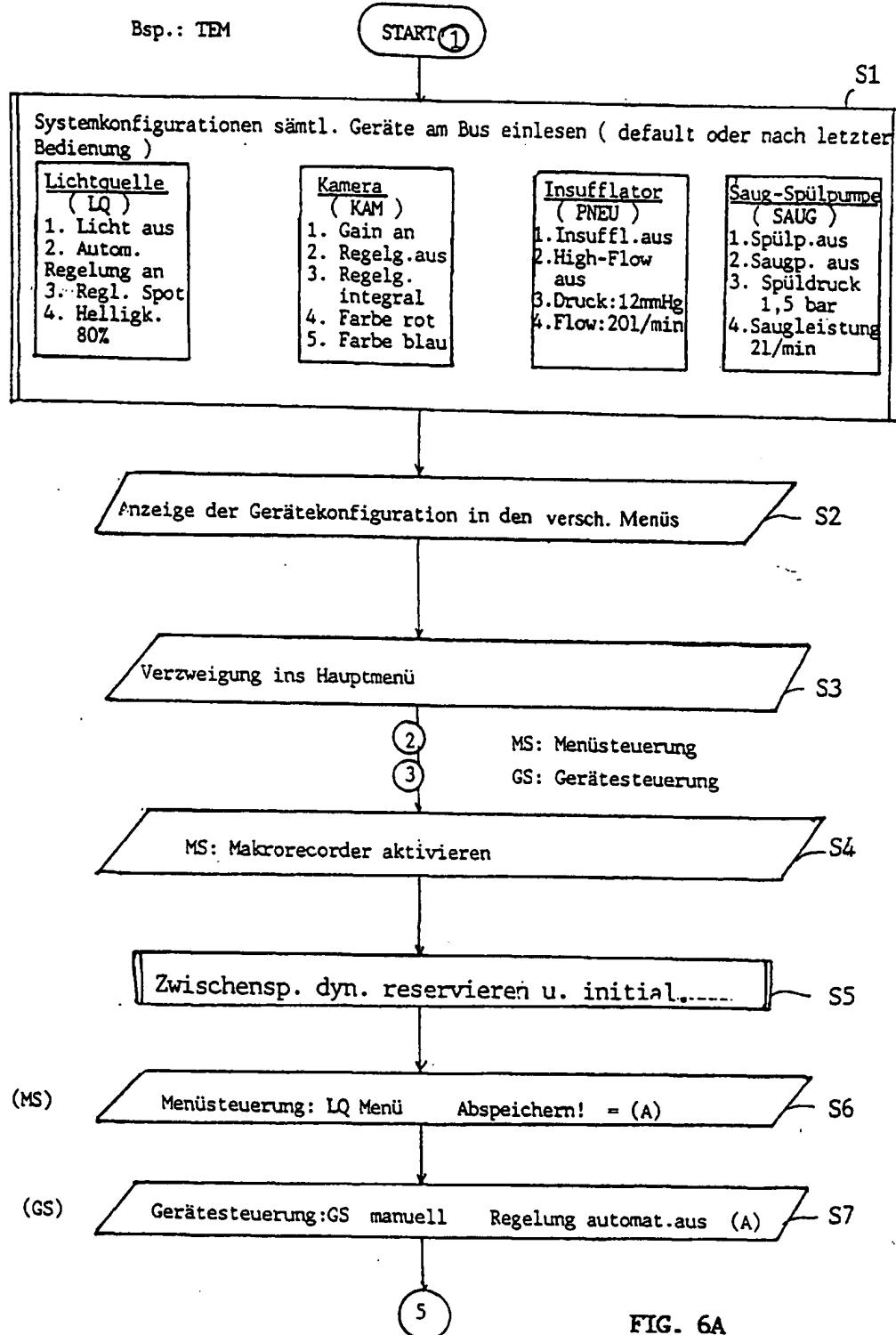


FIG. 6A

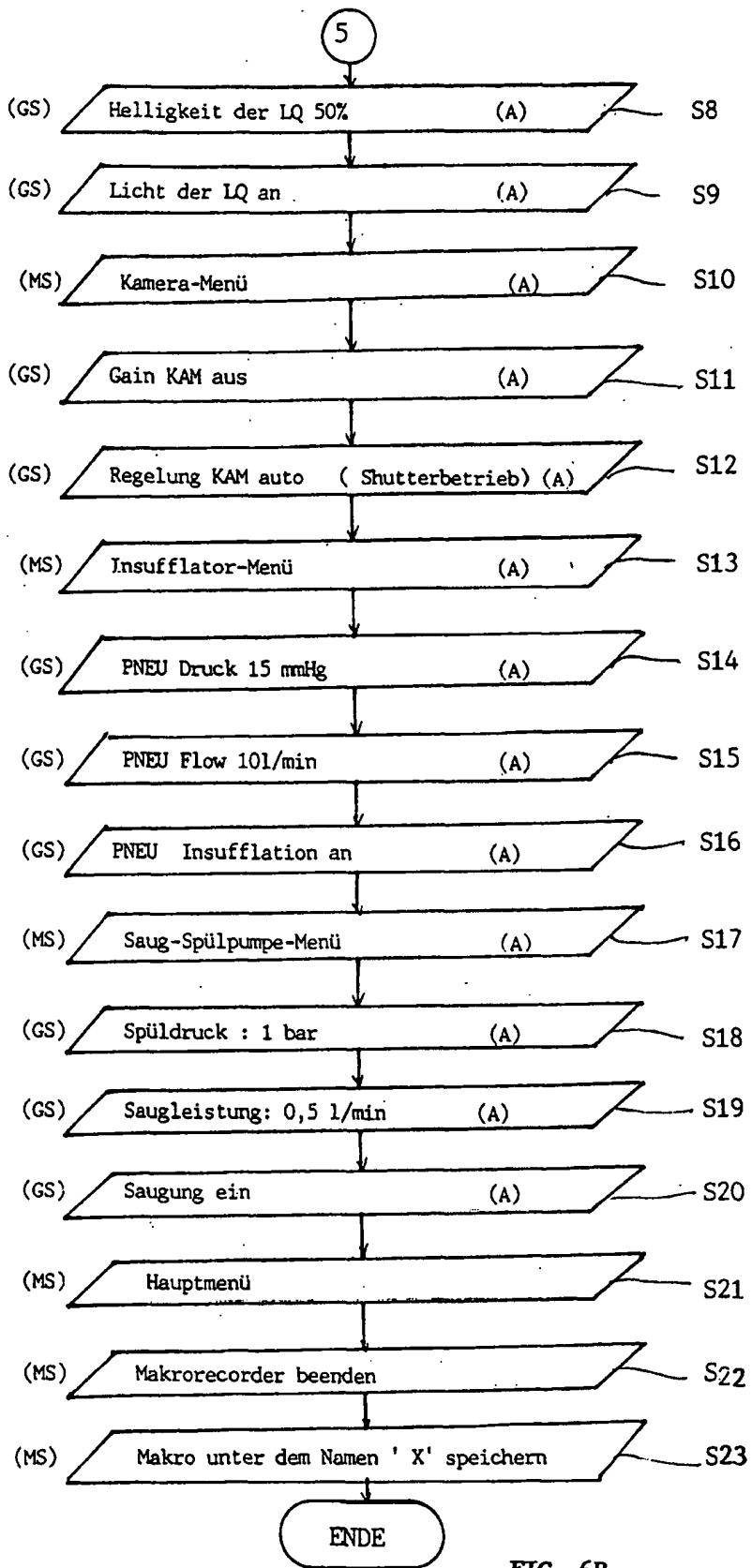
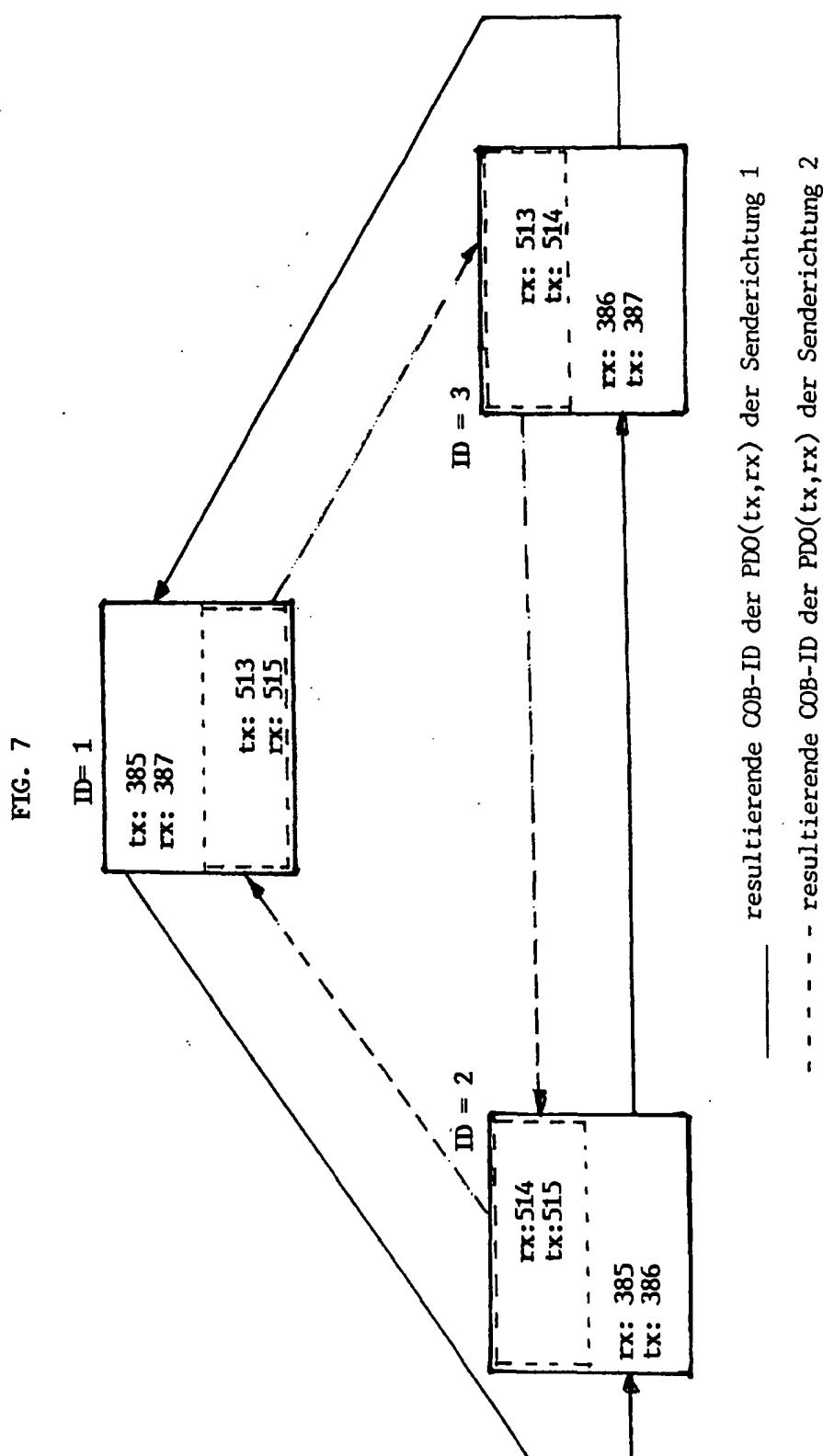


FIG. 6B



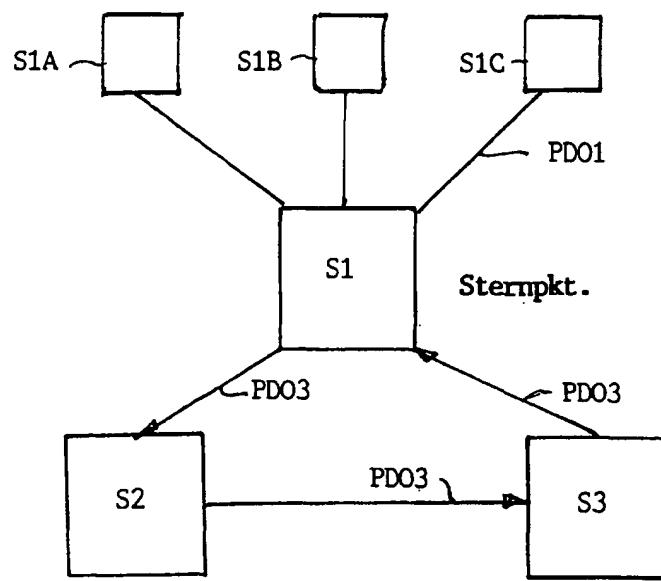


FIG. 8

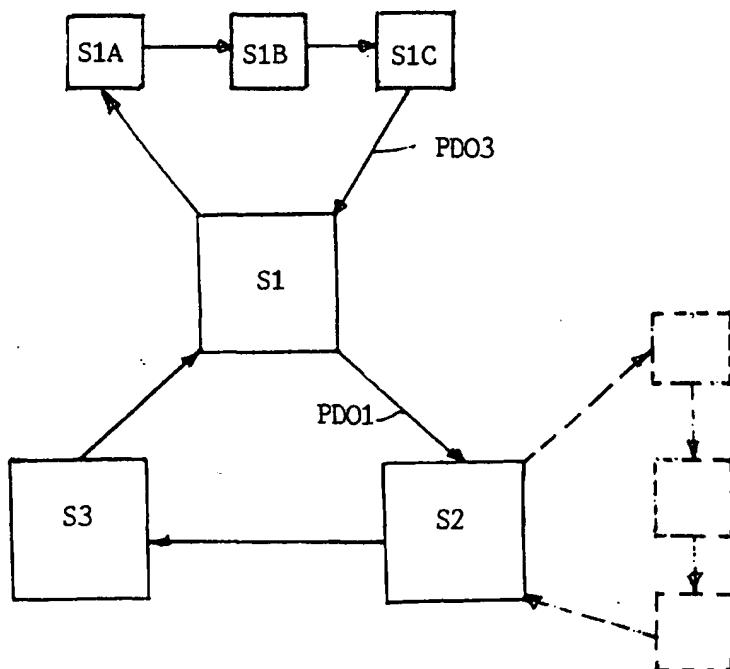


FIG. 9

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- BLACK BORDERS**
- IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- FADED TEXT OR DRAWING**
- BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- SKEWED/SLANTED IMAGES**
- COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- GRAY SCALE DOCUMENTS**
- LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**

OTHER: *small text*

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.